

ALTERNATIF SOLUSI PENGURANGAN LIMBAH PADA PERUSAHAAN DENGAN PENERAPAN *GREEN PRODUCTIVITY*

Iriani

Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri UPN 'Veteran' Jawa Timur
Jl. Raya Rungkut Madya, Kode Pos 60295 Tlp (031) 8782179
e-mail : ani_s@yahoo.com

Abstrak

Produktivitas merupakan suatu hal yang sangat penting bagi suatu perusahaan, sebagai salah satu cara untuk memantau kinerja produksinya, selain sebagai sarana untuk mempromosikan produk atau jasa yang dihasilkan. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja perusahaan dan dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan terus menerus (continual Improvement). Green Productivity bila diterjemahkan dapat diartikan produktivitas ramah lingkungan yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas yang ramah lingkungan dalam rangka menjawab isu global tentang pembangunan berkelanjutan. Dari hasil perhitungan EPI, diperoleh nilai EPI sebesar 11,82 dan bernilai positif. Dan juga dapat dilihat bahwa terdapat penyimpangan pada kadar H_2S (sebagai sulfida) sebesar -0,64. Dimana hal ini disebabkan adanya bakteri pereduksi sulfat yang mereduksi sulfat menjadi gas H_2S , yang mana jika gas tersebut kontak logam akan menyebabkan terjadinya korosi. Alternatif solusi yang terpilih dengan indeks BCR tertinggi adalah pemasangan proteksi katodik pada kondensor cooler dengan umur penghematan mesin tiga tahun dan penghematan biaya sebesar 150 % dengan indeks BCR > 1 yaitu 465.75. Sehingga dapat diestimasikan dapat memberikan kontribusi yang sama terhadap produktivitas dengan kinerja lingkungan (EPI) yang semakin meningkat sebesar 3,09.

Kata Kunci : Produktivitas, Green productivity, EPI,

Abstract

Productivity is a very important thing for a company, as one way to monitor the performance of their production, other than as a means to promote products or services produced. Productivity measurements conducted to determine the level of company performance and can serve as guidelines for continuous improvement (continual Improvement). Green Productivity when translated means productivity-friendly environment that is part of an environmentally friendly improvement of productivity in order to answer the global issue of sustainable development. The calculation of EPI, EPI values obtained at 11.82 and be positive. And also can be seen that there are deviations in the levels of H_2S (as sulfide) of -0.64. Where this is caused by sulfate reducing bacteria which reduce sulphate to H_2S gas, which if the gas metal contact will cause corrosion. Alternative solutions are selected with the highest BCR index is the installation of protection katodik in cooler condenser with a three-year old machine savings and cost savings of 150% with the index BCR > 1, that is 465.75. So it can be estimated to contribute the same to produktivitas with environmental performance (EPI), which has increased of 3.09.

Keywords : Productivity, Green productivity, EPI

PENDAHULUAN

Produktivitas merupakan suatu hal yang sangat penting bagi suatu perusahaan, sebagai salah satu cara untuk memantau kinerja produksinya, selain sebagai sarana untuk mempromosikan produk atau jasa yang dihasilkan. Pengukuran produktivitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja perusahaan dan dapat dijadikan sebagai pedoman untuk melakukan perbaikan terus menerus (*continual Improvement*). Produktivitas dapat diukur dengan membandingkan antara output dengan input. Output adalah produk yang dihasilkan melalui suatu proses produksi, sedangkan input adalah sumber daya yang digunakan dalam proses produksi. Produktivitas dapat ditingkatkan dengan mengoptimalkan input sedangkan output dalam keadaan konstan atau mengoptimalkan output dengan input dalam jumlah tetap.

Green Productivity bila diterjemahkan dapat diartikan produktivitas ramah lingkungan yang merupakan bagian dari program peningkatan produktivitas yang ramah lingkungan dalam rangka menjawab isu global tentang pembangunan berkelanjutan. *Green Productivity* juga merupakan suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan performansi lingkungan secara bersamaan di dalam pembangunan sosial ekonomi secara menyeluruh.

Green Productivity

Green Productivity adalah suatu strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dan performansi lingkungan secara bersamaan di dalam pembangunan sosial ekonomi secara menyeluruh (APO, 2001). *Green Productivity* merupakan aplikasi dari teknik, teknologi, dan sistem manajemen yang tepat untuk menghasilkan produk atau jasa yang ramah lingkungan. *Green Productivity* mendamaikan dua kebutuhan yang selalu dalam konflik, yaitu kebutuhan bisnis untuk menghasilkan keuntungan serta kebutuhan setiap orang untuk melindungi lingkungan. *Green Productivity* bukan hanya suatu strategi lingkungan, tetapi strategi bisnis total.

Faktanya, bahwa ketika *Green Productivity* diimplementasikan, perusahaan akan mengalami perbaikan produktivitas melalui pengurangan sumber daya, *minimasi waste*, pengurangan polusi, dan produksi yang lebih baik. Dari sini, perusahaan dapat mencapai

produktivitas yang lebih tinggi dan melindungi lingkungan yang akan mengarah pada *sustainable development*. Ini meliputi penggunaan produk dan jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dasar manusia dan meningkatkan kualitas hidup. Keseluruhan siklus hidup dari produk ini harus berdasarkan pada minimasi dari penggunaan sumber daya alam dan zat-zat beracun yang dapat mengakibatkan emisi.

Konsep *Green Productivity* dikembangkan oleh Asian Productivity Organization (APO) pada tahun 1994 untuk menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap permasalahan lingkungan. Tujuan utama APO adalah untuk menunjukkan bahwa perlindungan terhadap lingkungan dan peningkatan produktivitas dapat diharmonisasikan, baik bagi perusahaan kecil, menengah, maupun besar karena proses produksi sering kali mengakibatkan pembuangan material dan energi yang akan membebani lingkungan.

Green Engineering atau *Green Productivity* mempunyai empat tujuan umum (Billatos, 1997 : 4) dalam rangka meningkatkan kualitas lingkungan dan ekonomi produksi ketika diimplementasikan pada rantai produksi, yaitu :

1. Pengurangan limbah (*Wastre Reduction*)
2. Manajemen Material (*Material Management*)
3. Pencegahan Polusi (*Pollution Prevention*)
4. Meningkatkan nilai produk (*Product Enhancement*)

Konsep Produktifitas

Pengertian produktifitas oleh beberapa ahli didefinisikan dalam pernyataan yang beragam. Produktifitas pada umumnya mengaitkan antara keluaran (output) dengan masukan (input). Produktifitas berkaitan dengan efisiensi penggunaan sumber daya (input) dalam menghasilkan barang atau jasa (output). Keluaran (output) adalah hasil produksi baik berupa barang atau jasa yang dihasilkan suatu proses produksi. Sedangkan masukan atau input adalah sumber daya –sumber daya yang digunakan untuk memperoleh hasil tersebut, seperti tenaga kerja, modal, energi, bahan baku, dan sebagainya. Sehingga secara umum produktifitas dapat diformulasikan seperti dibawah ini

$$\text{Pr oduktivita s} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \%$$

Dengan demikian produktivitas berkaitan dengan efisiensi dan efektivitas, karena efektivitas berkaitan dengan performansi dan efisiensi berkaitan dengan utilisasi sumber daya.

Efektifitas merupakan tingkat pencapaian tujuan yang diharapkan. Dengan kata lain efektivitas menunjukkan sampai berapa baik hasil (output) yang diinginkan dapat terpenuhi.

Effisiensi merupakan rasio dari output aktual yang telah tercapai dengan output standar yang diharapkan. Dengan kata lain efisiensi mengacu pada beberapa sumber daya yang digunakan untuk mencapai tujuan yang ditetapkan.

Tipe Dasar Produktifitas

Tipe dasar produktivitas dibedakan menjadi tiga (David J.Sumanth,1985 : 7) yaitu :

1. Produktivitas parsial (*partial productivity*)

Disebut juga produktivitas faktor tunggal adalah rasio dari output terhadap satu jenis input. Misal produktivitas tenaga kerja merupakan ukuran produktivitas parsial bagi input tenaga kerja (rasio input terhadap output tenaga kerja)

2. Produktivitas Faktor Total (TFP)

TFP adalah rasio atau perbandingan dari output bersih terhadap banyaknya input tenaga kerja dan modal yang digunakan. Yang dimaksud output bersih adalah output total dikurangi barang-barang dan jasa yang digunakan dalam proses produksi.

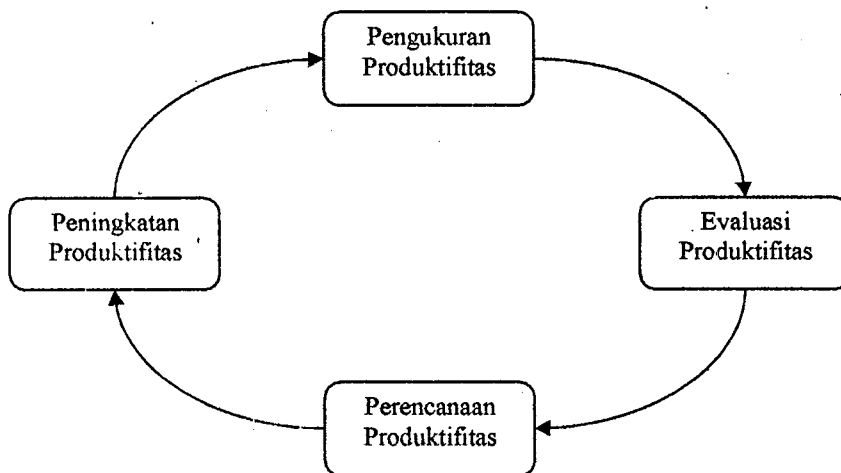
3. Produktivitas total (*total productivity*)
Produktivitas total adalah rasio dari output total terhadap input total sehingga produktivitas total mampu merefleksikan dampak penggunaan semua input secara bersamaan dalam menghasilkan output.

Hasil pengukuran produktivitas merupakan tolak ukur bagi peningkatan produktivitas di masa depan. Dengan menganalisa hasil pengukuran produktivitas pada suatu waktu, dapat diketahui kekurangan yang ada sehingga kita dapat melakukan perbaikan untuk masa yang akan datang.

Siklus Produktivitas

Siklus produktivitas dibagi dalam empat tahap yang meliputi :

1. Pengukuran produktivitas
2. Evaluasi produktivitas
3. Perencanaan produktivitas
4. Peningkatan produktivitas



Gambar 1 : Siklus Produktifitas

(Productivity Engineering and Management; David J. Sumanth. (1985).) 7)

Siklus ini selalu berkesinambungan dan berulang-ulang, sehingga didapat hasil yang optimal sesuai dengan yang diharapkan. Langkah awal dari siklus tersebut adalah pengukuran produktivitas yang hasilnya akan dievaluasi untuk mengetahui sejauh mana hasil yang dicapai pada saat ini.

Pengukuran Produktivitas

Kegiatan ini sangat dirasakan manfaatnya namun masih saja terdapat perusahaan yang belum melaksanakannya pengukuran produktivitas secara intensif. Pengukuran produktivitas merupakan suatu alat

manajemen yang penting pada setiap tingkat aktivitas ekonomi dan bagi analisis pertumbuhan industrialisasi. Dengan melakukan pengukuran secara berkesinambungan maka data-data tersebut sangat berguna untuk keperluan-keperluan seperti :

1. Evaluasi hasil-hasil yang telah tercapai.
2. Analisa struktur dan sebab-sebab terjadinya fluktuasi indeks produktivitas dalam usaha produktivitas yang bervariasi.
3. Perencanaan dan peramalan aktivitas yang akan dijalani.

Cara membandingkan hasil pengukuran produktivitas ada tiga macam, yaitu :

1. Membandingkan kinerja atau unjuk kerja periode yang akan diukur dengan unjuk kerja periode dasar.
2. Membandingkan kinerja satu unit organisasi dengan unit organisasi lainnya.
3. Membandingkan kinerja hasil satu pengukuran dengan target yang telah ditetapkan.

Manfaat Pengukuran Produktifitas

Sedangkan manfaat pengukuran produktifitas yang dapat diperoleh untuk tingkat industri atau badan usaha antara lain :

1. Analisis *manpower* untuk memproyeksikan jumlah kebutuhan tenaga kerja, biaya tenaga kerja, efek-efek yang dapat ditimbulkan akibat perubahan teknologi atau mekanisasi bagi tenaga kerja.
2. Sebagai umpan balik terhadap badan usaha tentang keberhasilannya dalam mencapai target yang telah ditetapkan selama periode tertentu.
3. Analisis kerja badan usaha dengan membandingkan dengan badan usaha lain.
4. Sebagai dasar pertimbangan atau pemikiran untuk perencanaan langkah-langkah yang akan diambil badan usaha guna pencapaian sasaran yang telah ditetapkan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang.

Kinerja Lingkungan

Filosofi lingkungan dapat dikategorikan dengan lima spektrum paradigma (Billatos, 1997 : 32). Spektrum ini memberikan beberapa konteks untuk pemahaman isu tentang dasar kebijakan lingkungan dan pengembangan peraturan di masa yang akan datang. Spektrum tersebut adalah sebagai berikut :

1. Paradigma 1 : Keterbatasan pengetahuan lingkungan
2. Paradigma 2 : Perlindungan lingkungan
3. Paradigma 3 : Manajemen sumber daya
4. Paradigma 4 : *Eco-Development*
5. Paradigma 5 : *Deep Ecology*

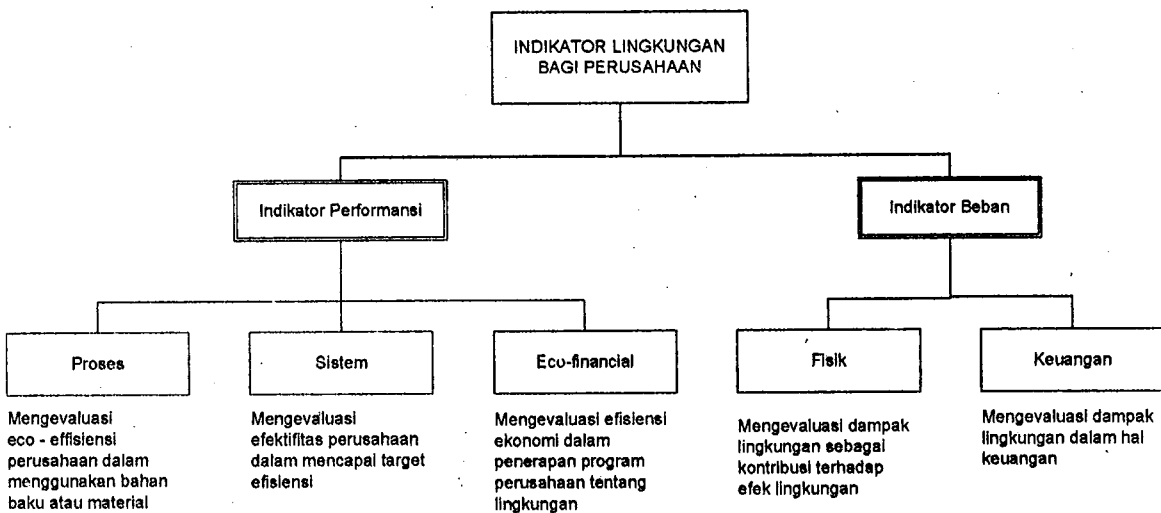
Secara umum top manajemen perlu merumuskan organisasi kebijakan lingkungan dan memastikan bahwa kebijakan tersebut :

- a. Sesuai dengan kondisi alam, skala, dan dampak lingkungan dari kegiatan produk dan jasa.
- b. Memasukkan komitmen untuk continual improvement dan pencegahan pencemaran.
- c. Memasukkan komitmen untuk memenuhi peraturan dan ketentuan lingkungan yang berlaku, ketentuan lainnya yang membawahi perusahaan tersebut.
- d. Menyediakan kerangka kerja untuk menetapkan dan meninjau tujuan dan sasaran lingkungan.
- e. Didokumentasikan, diterapkan, dan dilakukan perawatan serta dikomunikasikan kepada seluruh pegawai.
- f. Dapat diterima oleh masyarakat.

Kebijakan lingkungan dapat memacu penerapan dan perbaikan sistem pengolahan suatu perusahaan. Hal ini berarti bahwa kinerja lingkungan dapat tetap dipertahankan dan terus diperbaiki. Kebijakan lingkungan seharusnya tercermin pada komitmen manajemen puncak (*top management*) untuk memenuhi peraturan yang berlaku dan *continual improvement*.

Environmental Performance Index (EPI)

Didefinisikan sebagai sebuah parameter yang didasarkan atas jumlah yang diteliti atau yang dihitung. Indikator lingkungan merupakan salah satu hal yang diperkirakan dapat merefleksikan berbagai dampak dari sebuah aktivitas pada lingkungan serta usaha untuk mereduksinya. *Environmental Performance Indicator* (EPI) merefleksikan efisiensi lingkungan dari proses reduksi dan melibatkan jumlah input dan output.



Gambar 2 : Beberapa indikator kinerja lingkungan (EPI)
(<http://www.apo-tokyo.org>)

Seperti pada gambar di atas, dua kategori indikator yang sesuai dengan ruang lingkupnya. Indikator dapat dievaluasi pada (1) Fisik, dengan menghubungkan performansi terhadap jumlah material input yang digunakan, aliran limbah, konsumsi energi, kualitas udara dan air. (2) Keuangan, meliputi penilaian keuangan terhadap dampak fisik atau aktivitas proses dari entity. Pada akhirnya, seperti yang telah disebutkan di atas, indikator performansi dapat menggabungkan indikator sistem, guna merefleksikan usaha penyempurnaan oleh sebuah firma, pabrik atau unit proses untuk mengurangi dampak lingkungannya. Indeks EPI dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks EPI} = \sum_{i=1}^k WiPi$$

Dimana nilai k adalah jumlah kriteria limbah yang diajukan. Wi adalah bobot (*weight*) dari masing-masing kriteria. Bobot ini didapat melalui penyebaran kuisioner pada para ahli kimia lingkungan. Bobot (*weight*) yang dimaksud di atas didasarkan pada parameter kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan (flora dan fauna). Kedua parameter tersebut diberikan prosentase yang sama, sebab apabila suatu zat kimia dinyatakan berbahaya bagi lingkungan pasti juga akan berbahaya pula bagi kesehatan manusia. Hal ini mengingat manusia mengkonsumsi makanan yang berasal dari hewan dan tumbuhan. Nilai Pi merupakan prosentase penyimpangan antara baku mutu

kilang Kep. 09/MENLH 4/1997, Lampiran 4 dengan hasil analisa Laboratorium Lingkungan milik PUSDIKLAT MIGAS Cepu.

$$P = \frac{S \text{ standar} - \text{Hasil Analisa}}{S \text{ standar}}$$

Tabel 1. Baku mutu limbah cair bagi kegiatan Pengilangan minyak bumi

PARAMETER	KADAR MAKSIMUM (mg/L)	BEBAN PENCEMARAN MAKSIMUM (gram/m ³)
BOD ₅	100	120
COD	200	240
Minyak dan Lemak	25	30
Sulfida (Sebagai H ₂ S)	1,0	1,2
Amoniak (Sebagai NH ₃ - N)	10	12
Phenol Total	1,0	1,2
Temperatur	45°C	
pH	6,0 - 9,0	

Sumber : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.42 Tahun 1996. Tentang : Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi

Analisa Manfaat Biaya (*Cost Benefit Analysis*)

Cost Benefit Analysis adalah metode perbandingan biaya dan keuntungan dari beberapa alternative yang diusulkan dalam *green productivity*. Suatu proyek dikatakan layak atau

bisa dilaksanakan apabila rasio antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkan lebih besar dari 1 (Pujawan, 2004 : 278). Oleh karenanya, dalam melakukan analisa manfaat biaya dari suatu usulan proyek, bila perlu dalam bentuk satuan mata uang. Analisa manfaat biaya biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek pada masyarakat umum terhadap ongkos-ongkos yang dikeluarkan. Secara matematis hal ini bisa diformulasikan sebagai berikut :

$$B/C = \frac{\text{Manfaat Ekuivalen}}{\text{Ongkos Ekuivalen}}$$

Dimana :

Manfaat ekuivalen = semua manfaat setelah dikurangi dengan dampak negatif
Ongkos ekuivalen = semua ongkos yang dikeluarkan dari proyek

Analisa di atas apabila kita hanya ingin memutuskan apakah suatu alternatif proyek layak dilaksanakan atau tidak berdasarkan rasio manfaat dengan biaya yang menjadi konsekuensinya. Seringkali keputusan yang berkaitan dengan proyek-proyek pemerintah bukan hanya mengevaluasi kelayakan sebuah alternatif proyek, tetapi mengevaluasi beberapa alternatif. Seperti halnya pada pemilihan alternatif proyek-proyek swasta, dalam pemilihan alternatif-alternatif proyek perlu dilakukan dengan analisa meningkat. Alternatif "do nothing" tetap dipertimbangkan dalam pemilihan ini. Artinya apabila secara individual alternatif-alternatif tersebut tidak ada yang memiliki rasio B/C lebih besar dari satu, maka sebaiknya tidak ada satupun diantara alternatif-alternatif tersebut yang dilaksanakan. Apabila peningkatan rasio B/C dari satu alternatif ke alternatif lainnya lebih besar atau sama dengan satu, maka proyek yang membutuhkan investasi lebih besar yang harus dipilih, demikian pula sebaliknya, bila peningkatan rasio B/C kurang dari satu maka dipilih adalah alternatif proyek yang membutuhkan investasi lebih kecil.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PUSDIKLAT MIGAS Cepu yang terletak di kabupaten Blora, Jawa Tengah. Penelitian diawali dengan peninjauan (pengamatan) secara langsung ke PUSDIKLAT MIGAS Cepu dan dilakukan sampai data-data yang diperlukan benar-benar terpenuhi.

Identifikasi dan Definisi Operasional Variabel

Variabel adalah konsep yang mempunyai bermacam-macam nilai, variabel juga sesuatu yang dapat diukur dan mempunyai alat ukur. Identifikasi variabel adalah mempelajari secara seksama variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian. Mengacu pada judul penulis, maka dapat diidentifikasi variabel-variabel yang berhubungan dengan permasalahan dan nantinya akan dianalisa erformansi Lingkungan atau *Enviromental Performance Indicator* (EPI) dapat dilihat pada halaman berikutnya :

Tabel 2. Indeks Performansi Lingkungan atau *Enviromental Performance Indicator* (EPI)

No.	<i>Enviromental Performance Indicator</i> (EPI)
1	BOD ₅
2	COD
3	Minyak dan Lemak
4	H ₂ S (Sulfida)
5	NH ₃ (NH ₃ -N)
6	Phenol Total
7	Temperatur
8	pH

Sedangkan data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Input data material
- Input data tenaga kerja
- Input data biaya energi
- Input data baku mutu kilang
Kep.09/MENLH 4/1997,
Lampiran 4
- Input data laboratorium perusahaan
- Output hasil produksi

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data berisi tentang bagaimana data dikumpulkan sebelum diolah dan dianalisa. Ada dua macam metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu :

1. Data Primer

Yaitu data yang dikumpulkan sendiri oleh penulis dengan cara melakukan penelitian lapangan secara langsung dengan cara sebagai berikut :

- Observasi, biasanya digunakan sebagai alat pengumpulan data untuk obyek yang belum banyak diketahui, observasi bertujuan untuk mengamati obyek penelitian untuk mengerti tentang obyek penelitian tersebut.

- b. Wawancara (*interview*), merupakan suatu langkah dalam penelitian yang berupa penggunaan proses komunikasi verbal untuk mengumpulkan informasi dari seseorang atau kelompok orang.
- c. Kuisioner, merupakan suatu cara pengumpulan data melalui penyebaran angket kepada responden.

2. Data Sekunder

Yaitu data didapatkan dengan jalan mengumpulkan data dan mempelajari dokumen perusahaan, laporan perusahaan, dan studi literatur yaitu membaca buku-buku yang ada di perpustakaan dengan mengambil beberapa literatur yang berkaitan dengan penelitian sehingga diperoleh teori-teori yang relevan dengan penelitian terutama tentang kinerja perusahaan.

Metode Pengolahan Data

Pengolahan data terdiri dari pengolahan data *green productivity* dan pengolahan data *waste reduction* sebagai berikut :

1. Pengolahan data *green productivity*

Pengolahan data *green productivity* didapatkan dari penyimpangan hasil pengukuran limbah berdasarkan indeks EPI (*Environmental Performance Indicator*) dikali dengan bobot. Pengukuran tersebut dapat dipilih dengan tabel sebagai berikut :

Tabel 3. *Performance Indicator*) dikali dengan bobot

Hasil Pengukuran Limbah	Standarisasi Limbah	Simpangan	Bobot	Simpangan Terbobot (Produktivitas)
Pengukuran limbah didapatkan dari laboratorium perusahaan	Baku mutu limbah	Nilai simpangan an atau selisih hasil pengukuran limbah terhadap nilai standar	Nilai bobot yang didapatkan dari rata-rata jawaban kuisioner para ahli kimia lingkungan	Hasil perkalian bobot dengan simpangan

Indeks EPI dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks EPI} = \sum_{i=1}^k WiPi$$

Nilai P_i merupakan prosentase penyimpangan antara baku mutu kilang Kep. 09/MENLH 4/1997, Lampiran 4 dengan hasil analisa Laboratorium Lingkungan milik PUSDIKLAT MIGAS Cepu.

$$P = \frac{S \text{ standar} - \text{Hasil Analisa}}{S \text{ standar}}$$

Dan dimana W_i adalah bobot (*weight*) dari masing-masing criteria

2. Pengolahan data *waste reduction*

Pengolahan data *waste reduction* didasarkan atas alternatif yang dipilih dan keadaan riil perusahaan, dimana pengolahan data berdasarkan metode *Benefit Cost Ratio*. Secara matematis hal ini bisa diformulasikan sebagai berikut :

$$B/C = \frac{\text{Manfaat Ekuivalen}}{\text{Ongkos Ekuivalen}}$$

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data, bentuk data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Dimana data primer terdiri dari wawancara dan penyebaran kuisioner terhadap para karyawan dan karyawan pada bagian kilang dan laboratorium MIGAS. Sedangkan data sekunder terdiri dari data standarisasi pencemaran atau yang dikenal dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.42 Tahun 1996. Tentang : Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi.

Data Input Produksi

Input yang akan digunakan dalam pengukuran produktifitas meliputi :

1. Input material
2. Input tenaga kerja
3. Pemakaian energi

Data material meliputi data bahan baku utama berupa Crude oil dan Data pembantu selama 12 bulan tahun 2006. Bahan pembantu terdiri dari soda api, pelumas silinap 160, dan

pelumas turbo. Dibawah ini adalah akumulasi setiap bulan sejak bulan Januari sampai dengan Desember tahun 2006.

Tabel 4. Data input material yang dikonversikan dalam bentuk rupiah

Bulan	Input	Bulan	Input
1	Rp. 28.989.518.380	7	Rp. 40.500.138.230
2	Rp. 31.147.266.968	8	Rp. 36.508.118.440
3	Rp. 35.415.076.920	9	Rp. 33.545.717.630
4	Rp. 38.258.488.970	10	Rp. 32.842.466.760
5	Rp. 41.615.756.160	11	Rp. 32.842.466.760
6	Rp. 40.680.564.320	12	Rp. 34.531.319.810

Input tenaga kerja meliputi jumlah semua karyawan di bagian kilang. Dimana gaji tenaga kerja sesuai dengan UMR. Dibawah ini adalah pengeluaran untuk pembiayaan tenaga kerja untuk satu bulan selama satu tahun :

Tabel 5. Data Input Tenaga Kerja

Jumlah Pekerja	UMR	Total
41	Rp. 1.700.000	Rp. 69.700.00

Energi yang digunakan untuk menghitung produktifitas adalah energi yang digunakan untuk proses produksi secara langsung maupun tidak langsung. Input energi terutama dalam pemakaian listrik dan penggunaan bahan bakar.

Tabel 6. Data Penggunaan Energi

Bulan	Input	Bulan	Input
1	Rp. 1.272.414.000	7	Rp. 1.498.000.400
2	Rp. 1.197.778.400	8	Rp. 1.169.147.200
3	Rp. 1.287.592.800	9	Rp. 1.338.152.400
4	Rp. 1.244.729.200	10	Rp. 1.437.337.200
5	Rp. 1.372.332.000	11	Rp. 1.578.174.000
6	Rp. 1.355.478.800	12	Rp. 1.524.010.800

Input-input di atas yaitu input material, tenaga kerja, dan energi diakumulasikan sehingga dihasilkan input total yang akan digunakan dalam perhitungan produktifitas.

Tabel 7. Data Total Input yang dikonversikan Dalam Bentuk Rupiah

Bulan	Input	Bulan	Input
1	Rp. 30.331.632.380	7	Rp. 42.067.892.630
2	Rp. 32.414.745.368	8	Rp. 37.746.992.640
3	Rp. 36.772.369.720	9	Rp. 34.953.570.030
4	Rp. 39.572.918.170	10	Rp. 34.349.530.960
5	Rp. 43.057.788.160	11	Rp. 34.490.367.760
6	Rp. 42.105.743.120	12	Rp. 36.125.057.610

Data Output Produksi

Data output digunakan adalah hasil produksi yang berupa pertasol CA, pertasol CB, pertasol CC, kerosene, solar dan residu. Dibawah ini adalah jumlah total hasil produksi dibagian kilang PUSDIKLAT MIGAS Cepu.

Tabel 8. Data Output Total yang Dikonversikan Dalam Bentuk Rupiah

Bulan	Input	Bulan	Input
1	Rp. 25.634.721.950	7	Rp. 34.086.420.784
2	Rp. 27.805.952.312	8	Rp. 30.500.529.259
3	Rp. 31.077.874.924	9	Rp. 27.944.250.929
4	Rp. 33.392.912.857	10	Rp. 31.561.955.831
5	Rp. 36.260.180.731	11	Rp. 27.397.241.728
6	Rp. 34.047.550.670	12	Rp. 29.441.981.949

Pertimbangan Index EPI

Bobot yang telah di dapat dari penyebaran kuisioner, digunakan untuk menghitung index EPI dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Index EPI} = \sum_{i=1}^k W_i P_i$$

$$P = \frac{S \text{ tan dar} - \text{Hasil Analisa}}{S \text{ tan dar}}$$

Contoh perhitungan pada variabel BOD₅ sebagai berikut :

$$P = \frac{100\text{mg/L} - 17,6\text{mg/L}}{S \text{ tan dar}}$$

$$P_i = 100\% \times 0,824 = 82,4\%$$

Untuk variabel yang lain dapat dilihat pada lampiran

Pemilihan Alternatif Dengan Index BCR

Pemilihan alternatif solusi ini berdasarkan nilai *benefit-cost ratio* (BCR) dari masing-masing solusi yang telah disusun. Alternatif solusi yang didapatkan antara lain :

Tabel 9. Hasil Perhitungan EPI

Varibel	Bobot (Wi)	Standar Baku Mutu	Hasil Analisa	Penyimpangan (Pi)	Index EPI (Wi*Pi)
BOD ₅	3,6333	100 mg/L	17.6 mg/L	82,4%	2,99
COD	2,5	200 mg/L	84.275 mg/L	57,86%	1,45
Minyak & Lemak	3,6	25 mg/L	11.515 mg/L	53,94%	2,08
H ₂ S	4,6167	1,0 mg/L	1.139 mg/L	-13,9%	-0,64
NH ₃	2,4833	10 mg/L	3.49 mg/L	65,1%	1,62
Phenol Total	4,6333	1,0mg/L	0.225 mg/L	77,5%	3,59
Temperatur	2,4667	45°C	31.95°C	29%	0,72
pH	3,6	6,0-9,0	7.478	0,29%	0,01
Total index EPI					11.82

1. Pada alternatif pertama dilakukan pemasangan proteksi katodik pada kondensor cooler, dimana aluminium sebagai anoda korban.
Pada tabel berikut ini terdapat data investasi awal.

Tabel 10. Biaya Investasi Awal per Bulan

Rincian	Biaya (Rp)
Alluminium anoda korban 68 Kg	20.400.000
Klem penahan anoda korban 68 Psg	3.060.000
Total	23.460.000

Pada tabel berikut ini terdapat biaya operasional.

Tabel 11 Biaya Operasional per Bulan

Rincian	Biaya (Rp)
4 Tenaga Kerja	1.600.000
1 Pengawas	800.000
Alat kerja dan perlengkapan kerja	66.000
Listrik (1 Kwh x 9jam x 20hari)	180.000
Total	26.460.000

Pada tabel berikut ini terdapat biaya penghematan.

Tabel 12.Data Biaya penghematan

Kategori	Rincian	Harga (Rp)
Umur kondensor coole awal	Umur mesin 2 tahun	
	12 buah kondensor	6.200.000.000
	22 buah cooler	9.300.000.000
	Total	15.500.000.000
Umur kondensor cooler setelah dilakukan proteksi katodik	Umur mesin 5 tahun	
	12 buah kondensor	6.200.000.000
	22 buah cooler	9.300.000.000
	Total	15.500.000.000
Total penghematan 3 tahun		23.250.000.000

Keuntungan yang didapatkan oleh perusahaan adalah penghematan terhadap umur mesin sebesar Rp 23.250.000.000 atau menurun sebesar 150 % dari umur mesin semula.

Analisa BCR ini diestimasikan hingga periode ke-30 tahun mendatang, hasil perhitungan index benefit ratio BCR sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Benefit} &= \text{Total penghematan} \\
 (P/A, i\%, n) &= \text{Rp } 23.250.000.000 \\
 (P/A, 5\%, 30) &= \text{Rp } 23.250.000.000 \\
 (15,3725) &= \text{Rp } 357.410.625.000 \\
 \text{Cost} &= \text{Investasi awal} + \text{Biaya operasional} \\
 (P/A, i\%, n) &= \text{Rp } 23.460.000 + \text{Rp } 26.460.000 \\
 (P/A, 5\%, 2) &= \text{Rp } 49.920.000 \\
 &= \text{Rp } 767.395.200
 \end{aligned}$$

Maka index ratio BCR alternatif 1 =

$$\text{Benefit } 357.410.625.000 = 465,75$$

$$\text{Cost } 767.395.200$$

2. Pada alternatif kedua menggunakan coating pada setiap bagian kondensor cooler, dimana bahan lapisan pelindung menggunakan cat dasar Water Epoxy dan cat finishing Aikitt Kansai.

Pada tabel berikut ini terdapat data investasi awal.

Tabel 13. Biaya Investasi Awal per Bulan

Rincian	Biaya (Rp)
Cat dasar Water Epoxy 800 Kg	12.500.000
Cat finishing Aikid 800 Kg	19.300.000
Thiner Cat dasar 100 Kg	5.800.000
Thiner Cat Finishing 260 Kg	8.920.000
Total	46.520.000

Analisa BCR ini diestimasikan hingga periode ke-30 tahun mendatang, hasil perhitungan index benefit ratio BCR sebagai berikut :

Benefit = Total penghematan (P/A,i%,n)
 = Rp 15.500.000.000 (P/A,5%,30)
 = Rp 15.500.000.000 (15,3725)
 = Rp 238.273.750.000

Cost = Investasi awal + Biaya operasional (P/A,i%,n)
 = Rp 46.520.000 + Rp 26.460.000 (P/A,5%,30)
 = Rp 72.980.000 (15,3725)
 = Rp 1.121.885.050

Maka index ratio BCR alternatif 1

$$= \frac{\text{Benefit } 238.273.750.000}{\text{Cost } 1.121.885.050} = 212,39$$

3. Pada alternatif ketiga menggunakan chemical inhibitor yang diinjeksikan kedalam kondensor cooler, dimana material inhibatornya menggunakan amoniak. Dimana harga amoniak per kilogram sebesar Rp 2.700,-. Dan amoniak ini diinjeksikan setiap 2 hari sekali dengan 1 kali injeksi membutuhkan 2 Kg amoniak. Jadi selama

satu bulan membutuhkan 30 Kg amoniak. Dengan menginjeksikan amoniak dapat diperkirakan umur kondensor cooler dapat bertahan selama enam tahun. Jadi kebutuhan amoniak total menjadi :

Biaya total penggunaan Amoniak
 Rp 2.700 x 30 Kg x 72 bln

Rp 5.832.000

Cost = Biaya Balian + Biaya operasional (P/A,i%,n)

= Rp 5.832.000 + Rp 62.352.000

(P/A,5%,30)

= Rp 68.184.000 (15,3725)

= Rp 1.048.158.540

Maka index ratio BCR alternatif 1

$$= \frac{\text{Benefit } 476.547.500.000}{\text{Cost } 1.048.158.540} = 454,65$$

Estimasi Kontribusi Solusi Terhadap Kinerja Lingkungan dan Produktifitas

Tujuan dari tanap ini untuk mengetahui seberapa besar solusi terpilih memberikan peningkatan terhadap produktifitas dan kinerja lingkungan.

Estimasi Index EPI

Apabila alternatif terpilih dilaksanakan, maka dampak lingkungan akan membaik karena dapat mengurangi kadar HZS dalam proses produksi. Sehingga dengan alternatif ini Environmental Performance Index (EPI) yang semula 11,82 menjadi 14,91 atau mengalami peningkatan sebesar 3.09.

Pada tabel berikut ini terdapat data estimasi nilai EPI :

Tabel 14. Estimasi Nilai EPI

Variabel	Bobot (Wi)	Standar Baku Mutu	Hasil Analisa	Penyimpangan (Pi)	Index EPI (Wi*Pi)
BOD ₅	3,6333	100 mg/L	17.6 mg/L	82,4%	2,99
COD	2,5	200 mg/L	84.275 mg/L	57,86%	1,45
Minyak & Lemak	3,6	25 mg/L	11.515 mg/L	53,94%	2,08
HZS	4,6167	1,0 mg/L	0,47 mg/L	53%	2,45
NH ₃	2,4833	10 mg/L	3.49 mg/L	65,1 %	1,62
Phenol Total	4,6333	1,0 mg/L	0.225 mg/L	77,5%	3,59
Temperatur	2,4667	45°C	31.95°C	29%	0,72
pH	3,6	6,0-9,0	7.478	0,29%	0,01
Total Index EPI					14,19

Analisa Index EPI

Untuk mengetahui nilai bobot yang terdapat dalam perhitungan EPI, disebarkan kuisioner pada 30 orang responden. Kuisioner ini bertujuan untuk mengetahui tingkat bahaya dari variabel zat kimia yang terkandung dalam limbah apabila mencemari lingkungan serta dampaknya bagi manusia itu sendiri. Semakin besar skala penilaian yang terdapat pada kuisioner maka semakin berbahaya. Variabel zat kimia yang terdapat dalam limbah kilang ini terdapat 8 macam sesuai dengan yang terdapat pada baku mutu limbah cair bagi kegiatan minyak dan gas serta panas bumi, antara lain BODS, COD, minyak dan lemak, HZS, NH₃, phenol total, temperatur, dan pH.

Dari hasil perhitungan EPI, diperoleh nilai EPI sebesar 11,82 dan bernilai positif. Nilai EPI yang positif menandakan bahwa kinerja lingkungan yang dicapai perusahaan masih tergolong baik dan tidak membahayakan lingkungan sekitarnya. Hal ini karena pihak perusahaan sudah memiliki unit pengolahan limbah dimana kinerjanya sudah tergolong baik dan memenuhi Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup untuk menetralkan limbah yang akan dibuang ke sungai. Namun demikian, masih ada salah satu parameter yang diluar baku mutu limbah cair yaitu sulfida (sebagai HZS), yang merupakan jenis limbah yang cukup berbahaya untuk makhluk hidup dikarenakan limbah tersebut mempunyai bau yang menyengat dan mengakibatkan korosi pada kondensor cooler.

Analisa Alternatif Solusi

Alternatif solusi yang dimunculkan untuk mencegah terjadinya korosi pada kondensor cooler. Terdapat beberapa alternatif solusi yang dapat dipertimbangkan untuk mengatasi permasalahan tersebut:

1. Untuk alternatif pertama pemasangan proteksi katodik untuk mencegah terjadinya proses korosi atau setidaknya untuk memperlambat proses korosi tersebut, maka dipasanglah suatu anoda buatan di luar logam yang akan diproteksi. Dan aluminium sebagai anoda korban.
2. Untuk alternatif kedua dengan memberikan lapisan pelindung (coating) supaya logam terpisah dengan lingkungannya yang korosif, dan logam tetap kering. Bahan pelapis yang digunakan pada alat kondensor cooler memakai bahan pelapis cat dengan dua kali cat dasar dan dua kali cat finishing.

3. Untuk alternatif ketiga menggunakan chemical inhibitor, yaitu memperlambat reaksi korosi digunakan bahan kimia yang bekerja dengan cara membentuk lapisan pelindung pada permukaan metal. Dimana amoniak sebagai material korosi inhibitor yang dipakai.

Alternatif-alternatif yang ada pada permasalahan di kondensor cooler dibandingkan dengan menggunakan analisa manfaat biaya atau Benefit Cost Ratio (BCR). Dari hasil perhitungan diperoleh alternatif terpilih dengan indeks BCR sebesar 465.75 untuk permasalahan pada kondensor cooler, yaitu dengan pemasangan proteksi katodik dengan penghematan umur mesin sebesar tiga tahun atau sebesar Rp 23.250.000.000.

Dengan diterapkan GP diperoleh solusi pemasangan proteksi katodik pada kondensor cooler karena terjadi peningkatan kontribusi sebesar 14,91 dari yang semula sebesar 11,82. Apabila dilihat dari estimasi nilai EPI peningkatan ini cukup signifikan.

Kesimpulan

Setelah melakukan keseluruhan langkah-langkah penelitian di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat produktifitas perusahaan dapat diketahui bahwa pada bulan Januari persentase produktifitas sebesar 84,51% dan terjadi peningkatan produktifitas sebesar 88,87%. Pada bulan Maret sampai Juni terjadi penurunan produktifitas secara berkelanjutan dari 84,51%; 84,38%; 84,21%; dan 80,6% yang disebabkan oleh kurangnya crude oil yang diolah. Pada bulan Juli terjadi peningkatan produktifitas sebesar 81,03%. Pada bulan Agustus dan September terjadi penurunan produktifitas lagi sebesar 80,80% dan 79,95%. Pada bulan Oktober terjadi peningkatan persentase yang cukup baik sebesar 91,88% ini disebabkan oleh jumlah crude oil yang dimasak cukup banyak. Tetapi pada bulan November terjadi penurunan lagi sebesar 73,43%. Dan pada akhir bulan Desember terjadi peningkatan produktifitas sebesar 81,50%. Dengan persentase yang dijabarkan di atas, maka dapat diambil rata-rata persentase produktifitas perusahaan sebesar 83,49% dan ini digolongkan produktifitas perusahaan masih cukup baik dan stabil.
2. Dari hasil perhitungan EPI, diperoleh nilai EPI sebesar 11,82 dan bernilai positif. Dan juga dapat dilihat bahwa terdapat

penyimpangan pada kadar H_2S (sebagai sulfida) sebesar -0,64. Dimana hal ini disebabkan adanya bakteri pereduksi sulfat yang mereduksi sulfat menjadi gas H_2S , yang mana jika gas tersebut kontak logam akan menyebabkan terjadinya korosi.

3. Alternatif solusi yang terpilih dengan indeks BCR tertinggi adalah pemasangan proteksi katodik pada kondensor cooler dengan umur penghematan mesin tiga tahun dan penghematan biaya sebesar 150 % dengan indeks BCR > 1 yaitu 465.75. Sehingga dapat diestimasikan dapat memberikan kontribusi yang sama terhadap produktivitas dengan kinerja lingkungan (EPI) yang semakin meningkat sebesar 3,09.

Daftar Pustaka

- Asian Productivity Organization. (2001), Achieving Higher Productivity Through Green Productivity, 12 Oktober 2004, URL : <http://www.APOtokyo.org/gp/51-7gpmanualmain.htm>
- Asian Productivity Organization. (2001), Green Productivity Training Manual, 12 Oktober 2004, URL : <http://www.APO-tokyo.org/gp/511Otrainermanual.htm>
- Asian Productivity Organization. (2001), Concept of Green Productivity, 12 Oktober 2004, URL : http://www.APOtokyo.org/e_public/trainermanual/chapter02.pdf
- Billatos, Samir B & Basali. (1997). Green Technology on Design for The Environment, Taylor & Francis.
- Feny Radiana. (2005). Upaya Peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan Pada Proses Retanning Dengan Metode Green Productivity (Studi Kasus: PT Rajawali Nasindo). Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, ITS.
- De Simone, LD & Poproff. (1997). Eco-Efficiency, The Business Link to Sustainable Development. The MIT Press, Massachusetts Institute of Technology.
- Heritha Kistanthy. (2003). Evaluasi Green Productivity Pada Proses Frosting (Studi Kasus : PT. Litechindo Utama Surabaya). Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, ITS.
- I Nyoman Pujawan. (2004). Ekonomi Teknik. Institute Teknologi Sepuluh November, Guna Widya.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.42 Tahun 1996. Tentang : Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi
- Nasution, Arman H. (2006). Manajemen Industri, Guna Widya, Jakarta.
- Sumanth, David J. (1985). Productivity Engineering and Management, McGraw Hill Book Company, New York.
- Sutalaksana. (1979). Teknik Tata Cara Kerja, Institut Teknologi Bandung, Bandung.